

경수 손상 환자에서 Mechanical In-Exsufflator를 이용한 호흡 재활 치료의 효과

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소, ¹포천중문의과대학 재활의학교실

박창일 · 신지철 · 강성웅 · 이병호 · 최용석 · 김용래¹ · 전상철

The Efficacy of Pulmonary Rehabilitation Using Mechanical In-Exsufflator in Cervical Cord Injured Patients

Chang Il Park, M.D., Ji Cheol Shin, M.D., Seong-Woong Kang, M.D., Byung Ho Lee, M.D., Young Seok Choi, M.D., Yong Rae Kim, M.D.¹ and Sang Chul Jeon, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine, ¹Department of Rehabilitation Medicine, Pochon CHA University College of Medicine

Objective: It is known that Mechanical in-exsufflator (MI-E) can reduce pulmonary complications such as pneumonia, atelectasis in tetraplegia by increasing inspiratory and expiratory capacity. The aim of this study is to clarify the effectiveness of MI-E on pulmonary function and coughing capacity in tetraplegia.

Method: Thirty tetraplegic patients who had neither history nor radiologic finding of pulmonary disease were divided into two groups; control (n=15) and experimental (n=15) groups. Control group received conventional pulmonary rehabilitation, while experimental group received additional MI-E therapy for one month. The pulmonary function was evaluated by measuring percentage of predicted value of vital capacity (% VC), maximal insufflation capacity (MIC),

unassisted peak cough flow (UPCF), volume assisted peak cough flow (VPCF), manual assisted peak cough flow (MPCF), manual and volume assisted peak cough flow (MVPCF). These data of pulmonary function before and after treatment were compared between two groups.

Results: 1) There are significant improvement of pulmonary function in both groups ($p < 0.05$) except UPCF in control group before and after treatment. 2) The experimental group showed more improvement in MIC, VPCF, MPCF and MVPCF than control group ($p < 0.05$).

Conclusion: MI-E therapy can be used as an effective therapeutic modality for the improvement of pulmonary function in combination with conventional pulmonary rehabilitation. (J Korean Acad Rehab Med 2002; 26: 403-408)

Key Words: Tetraplegia, Pulmonary rehabilitation, Mechanical in-exsufflator (MI-E)

서 론

호흡기 계통의 합병증은 경수 손상 환자에서 가장 큰 사망 원인으로 알려져 있다.^{10,13} 경수 손상 환자는 손상부위에 따라 횡격막과 호기근, 흡기근의 마비를 보이며, 이로 인해 환기장애(ventilatory disorder)를 보인다.²⁰ 흡기근의 마비는 늑골장(rib cage)의 움직임을 감소시켜 늑골장의 강직(stiffness)을 유발하고 이로 인해 늑골장의 가동범위가 제한되어 흉곽과 폐 탄성도의 감소를 초래하며,¹¹ 호기근의 마비는 흡기근의 마비와 함께 기침을 할 수 있는 능력을 저하시켜서 가래를 효율적으로 제거할 수 없게 된다.⁷ 이와 같은 호흡근 마비의 결과로 무기폐와 폐렴과 같은 호흡기계 합병증의 위험률이 높아지게 된다.¹⁹ 경수 손상 환자에서 호

흡 재훈련으로 시행되는 간헐적 양압 환기법(NIPPV),² 체위성 배담법, 흉부 타진법, 진동법,¹⁷ 입 오므리고 호기하기, 호기근 및 흡기근의 훈련,^{12,18,21} 설인두 호흡법(GPB, Glossopharyngeal breathing),⁸ 용수흉복부압박법(abdominal push assist maneuver)⁷ 등은 호흡기능의 일부를 향상시켜서 호흡기계 합병증의 위험률 감소에 도움이 될 수 있다는 보고가 있다. 그러나, 호흡기계 합병증의 주요한 원인은 기도 내 분비물의 부적절한 제거이며, 이는 호흡근의 마비로 인하여 흉관내압과 복압이 낮아서 기도 내 분비물을 제거할 수 있을 정도의 충분한 최대기침유량(peak cough flow)을 생성하지 못하기 때문이다.⁴ 그러므로 최대기침유량의 증가가 호흡기 합병증 감소에 중요하며 용수흉복부압박법과 설인두 호흡법이 도움이 된다는 여러 보고가 있었다.^{15,22} Mechanical In-Exsufflator (MI-E)는 1953년부터 사용되기 시작하였는데 기도 내에 양압과 음압(insufflation and exsufflation pressure)을 번갈아 적용함으로써 호흡기 내에 저류해 있는 분비물의 제거에 효과적이고 현재까지 특별히 보고된 부작용은 알려져 있지 않다.³ Bach 등^{1,4}은 MI-E가 다른 방법들

접수일: 2002년 5월 8일, 게재승인일: 2002년 7월 8일

교신저자: 이병호, 서울시 서대문구 신촌동 134

☎ 120-752, 연세의료 재활의학교실 및 재활의학연구소

Tel: 02-361-7553, 7569, Fax: 02-363-2795

E-mail: bbintan99@hanmail.net

과 비교해서 최대기침유량의 증가에 더 효과적이라고 하였다. 그러나, 지금까지 일정 기간에 단순한 호흡 재훈련만을 시행한 군과 호흡 재훈련과 함께 주기적으로 MI-E를 이용한 호흡재활치료를 한 군을 비교한 연구는 없었다. 이에 본 연구에서는 경수 손상 환자를 대상으로 일반적인 호흡재활 치료를 받은 군과 MI-E 사용을 병행한 군으로 분류하여, MI-E가 폐기능 향상에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

2000년 12월부터 2001년 7월까지 본원 재활의학과에 입원 치료를 받은 경수 손상 환자 30명을 대상으로 하였다. 대상자는 모두 호흡기 계통의 질병에 대한 과거력이 없고 호흡 기계에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하고 있지 않았다. 이들 중 15명은 대조군으로 호흡 재훈련을 받았고 나머지 15명은 실험군으로 호흡 재훈련 이외에 Mechanical In-Exsufflator (MI-E, JH Emerson Co, Cambridge, MA) (Fig. 1)를 이용한 치료를 동시에 받았다. 척수 손상 이전부

터 폐 질환이 있었거나 심혈관 질환, 대사이상, 정형외과적 문제, 동반된 뇌손상으로 인한 인지장애가 있는 경우, 기관 절개술 후 도관을 유지하고 있는 경우는 제외하였다. 대조군은 남자가 13명, 여자가 2명이었고, 평균 연령은 34.9세였다. 척수 손상 후 유병 기간은 평균 8.2개월이었으며 손상 정도는 완전 척수 손상 환자는 10명이었고, 불완전 척수 손상 환자는 5명이었다. 실험군은 남자가 12명, 여자가 3명이었고, 평균 연령은 35.8세였다. 유병 기간은 평균 6.9개월이었으며 손상 정도는 완전 척수 손상 환자는 10명이었고, 불완전 척수 손상 환자는 5명이었다. 두 군 간의 연령별, 성별, 손상정도, 손상부위 및 유병 기간은 유의한 차이가 없었다 (Table 1, 2).

2) 연구방법

두 군 모두 체위성 배담법, 흉부 타진법, 진동법을 교육받았고 설인두 호흡법, 입을 오무리고 호기하기, 용수홍복부

Table 1. Demographic Characteristics

	Control (n=15)	Experimental (n=15)
Age (years)	34.9±13.3	35.8±9.5
Sex		
Male	13	12
Female	2	3
Duration of injury (months)	8.2±6.3	6.9±4.7

Values are number of case or mean±S.D.



Fig. 1. Mechanical In-Exsufflator (MI-E, JH Emerson Co, Cambridge, MA).

Table 2. Neurological Level and ASIA Classification of Subjects

Neurolo- gical level	Control (n=15)					Experimental (n=15)				
	ASIA classification ¹⁾					ASIA classification ¹⁾				
	A	B	C	D	Total	A	B	C	D	Total
C4	3 (20%)				3 (20%)	2 (13%)				2 (13%)
C5	2 (13%)	1 (7%)	1 (7%)	1 (7%)	5 (34%)	5 (33%)	1 (7%)			6 (40%)
C6	3 (20%)		1 (7%)		4 (26%)	2 (13%)				2 (13%)
C7	2 (13%)	1 (7%)			3 (20%)					0 (0%)
C8					0 (0%)	1 (7%)	1 (7%)	1 (7%)	2 (13%)	5 (34%)
Total	10 (65%)	2 (14%)	2 (14%)	1 (7%)	15 (100%)	10 (65%)	2 (14%)	1 (7%)	2 (13%)	15 (100%)

Values are number of cases (%).

1. ASIA: American spinal injury association, 1996

Table 3. Comparison of Pulmonary Function Data between Control and Experimental Group before and after Treatment

Pulmonary function data	Control (n=15)		Experimental (n=15)	
	Before Tx ¹⁾	After Tx ¹⁾	Before Tx ¹⁾	After Tx ¹⁾
% VC (%) ²⁾	46.2±10.0	49.3±10.8*	46.2±9.1	51.5±7.1*
MIC (ml) ³⁾	2608.0±425.2	2714.0±408.8*	2481.3±475.1	2765.3±460.0*
UPCF (L/min) ⁴⁾	263.3±73.0	267.5±68.7	258.3±42.9	306.7±57.4*
VPCF (L/min) ⁵⁾	350.0±98.4	361.1±94.1*	339.7±63.5	387.0±58.4*
MPCF (L/min) ⁶⁾	353.3±92.1	362.9±94.9*	336.5±61.3	381.3±58.4*
MVPCF (L/min) ⁷⁾	414.7±104.3	422.3±107.6*	409.7±59.8	454.3±66.2*

Values are mean±S.D.

1. Tx: Treatment, 2. % VC: Percentage to predicted value of vital capacity, 3. MIC: Maximal insufflation capacity, 4. UPCF: Unassisted peak cough flow, 5. VPCF: Volume assisted peak cough flow, 6. MPCF: Manual assisted peak cough flow, 7. MVPCF: Manual and volume assisted peak cough flow

*p<0.05

Table 4. Comparison of the Change Rate of Pulmonary Function Data between Control and Experimental Group after Treatment

Pulmonary function data	Control (n=15)	Experimental (n=15)
Δ%VC % ¹⁾	8.0±15.2	13.1±11.4
ΔMIC % ²⁾	4.5±6.1	12.3±10.0*
ΔVPCF % ³⁾	4.2±7.4	19.8±20.9*
ΔMPCF % ⁴⁾	2.8±3.9	20.3±31.3*
ΔMVPCF % ⁵⁾	1.9±3.1	13.5±13.8*

Values are mean±S.D.

1. Δ%VC %: {(Post treatment % VC-pre treatment % VC)/pre treatment % VC}×100, 2. ΔMIC %: {(Post treatment MIC-pre treatment MIC)/pre treatment MIC}×100, 3. ΔVPCF %: {(Post treatment VPCF-pre treatment VPCF)/pre treatment VPCF}×100, 4. ΔMPCF %: {(Post treatment MPCF-pre treatment MPCF)/pre treatment MPCF}×100, 5. ΔMVPCF %: {(Post treatment MVPCF-pre treatment MVPCF)/pre treatment MVPCF}×100

*p<0.05

압박법 등의 호흡 재활훈련을 받았다. 실험군에서만 MI-E를 이용하여 하루 3회, 주 6회로 30일간 호흡 재활 치료를 추가적으로 시행하였다. MI-E를 이용한 호흡 재활 치료는 다음과 같이 시행되었다. 우선 환자를 누운 상태에서 60° 정도 상체를 일으키고 가능한 숨을 깊이 들이쉬게 한 후 양압 (insufflation pressure)이 1초에서 3초간 걸리게 한 후 음압 (exsufflation pressure)을 1초에서 3초간 걸리게 하면서 기침을 유도했다. 이 같은 과정을 5회 반복한 후 과환기(hyperventilation)을 피하기 위해서 20초에서 30초간 휴식을 취한다. 이후 상기 과정을 연이어서 10회 반복하고 하루 3회

시행하였다. 이때 양압은 20 cmH₂O에서 40 cmH₂O로, 음압은 -40 cmH₂O로 하였으나 환자가 편안해 하고 적응할 수 있는 범위 내에서 강도와 시간을 조절하였다.¹⁶⁻¹⁸⁾ 호흡 재활 치료를 30일간 시행하고 치료 전후의 두 군 간 호흡기능을 측정하여 비교하였는데 평가항목으로는 폐활량(VC, vital capacity), 최대주입용량(MIC, maximal insufflation capacity), 최대기침유량(peak cough flow)을 측정하였다. 각각의 측정은 앉은 상태로 시행되었고 3차례 반복하여 최대값을 취하였고 측정 중간에 최소한 30초 이상은 휴식을 취하게 하였다. 폐활량과 최대주입용량은 폐활량계(Spirometer, Micro Medical Ltd, UK)로 측정하였다. 측정된 폐활량을 호흡기능 계산기(Pulmonary function calculator, Micro Medical Ltd, UK)에 적용하여 정상 기대치(predicted value)에 대한 비율(% VC)을 구하였다. 최대주입용량은 깊이 숨을 들이쉬 후 설인두 호흡법으로 공기를 더 흡입하고 성대를 닫은 후 마지막으로 도수소생기구(ambu bag, Hudson Respiratory Care Inc, USA)로 공기를 한번 더 주입한 후 최대로 호기시켜서 측정하였다. 최대기침유량은 최대기침유량 측정기(Peak flowmeter, Health Scan Products Inc, USA)를 이용해서 다음의 4가지 상황에서 측정하였는데, 비보조 최대기침유량(UPCF, unassisted peak cough flow)은 공기를 최대용량으로 들이마신 후, 공기량보조 최대기침유량(VPCF, volume assisted peak cough flow)은 최대용량을 들이마신 후 도수소생기구를 통해 추가적으로 공기를 주입 후 최대한 기침을 하게 해서 측정하였고, 복근보조 최대기침유량(MPCF, manual assisted peak cough flow)은 최대용량을 들이마신 후 최대한 기침을 할 때 힘차게 복부를 밀어주면서 측정하였고 복근 및 공기량보조 최대기침유량(MVPCF, manual and volume assisted peak cough flow)은 최대용량을 들이마신 후 최대한 기침을 할 때 힘차게 복부를 밀어주면서 측정하였다.

각 군의 치료효과를 알아보고자 치료 전후의 정상기대치에 대한 폐활량의 비율, 최대주입용량, 4가지 상황에서의 최대기침유량을 비교하였고(Table 3), 두 군 모두에서 유의한 치료효과를 보인 측정치는 변화량($\Delta\%$ VC %, Δ MIC %, Δ VPCF %, Δ MPCF %, Δ MVPCF %)을 치료 전과 치료 후의 차이를 치료 전의 수치로 나눈 값으로 정의한 후 두 군을 비교하였다(Table 4).

통계 분석은 윈도우용 SPSS version 10.0 통계프로그램을 이용하여 각 군의 치료 전후의 효과를 평가하기 위해서 Wilcoxon signed rank test를 이용하였고 두 군의 변화량을 비교하기 위해서 Mann-Whitney U test를 사용하였다.

결 과

1) 대조군과 실험군의 호흡 재활 치료 전후의 호흡기능 수치 비교

대조군의 치료 전후 호흡기능검사에서 폐활량의 정상기대치에 대한 비율은 46.2%에서 49.3%로, 최대주입용량은 2608.0 ml에서 2714.0 ml로, 공기량보조 최대기침유량은 350.0 L/min에서 361.6 L/min로, 복근보조 최대기침유량은 353.3 L/min에서 362.9 L/min로, 복근 및 공기량보조 최대기침유량은 414.7 L/min에서 422.3 L/min로 유의하게 증가하였으나($p < 0.05$), 비보조 최대기침유량은 263.3 L/min에서 267.5 L/min로 치료 전후 유의한 차이가 없었다($p = 0.280$). 실험군의 치료 전후 호흡기능검사에서 폐활량의 정상기대치에 대한 비율은 46.2%에서 51.5%로, 최대주입용량은 2481.3 ml에서 2765.3 ml로, 공기량보조 최대기침유량은 339.7 L/min에서 387.0 L/min로, 복근보조 최대기침유량은 336.5 L/min에서 381.3 L/min로, 복근 및 공기량보조 최대기침유량은 409.7 L/min에서 454.3 L/min로, 비보조 최대기침유량은 258.3 L/min에서 306.7 L/min로, 모든 호흡기능 평가항목에서 유의하게 증가된 소견을 보였다($p < 0.05$)(Table 3).

2) 대조군과 실험군 간의 호흡 재활 치료 전후의 호흡기능 수치의 변화율 비교

최대주입용량의 변화율은 대조군이 4.5%, 실험군이 12.3%, 공기량보조 최대기침유량의 변화율은 대조군이 4.2%, 실험군이 19.8%, 복근보조 최대기침유량의 변화율은 대조군이 2.8%, 실험군이 20.3%, 복근 및 공기량보조 최대기침유량의 변화율은 대조군이 1.9%, 실험군이 13.5%로 실험군에서의 변화율이 의미 있게 큰 결과를 보였으나($p < 0.05$), 폐활량의 정상기대치에 대한 비율의 변화율은 대조군이 8.0%, 실험군이 13.1%로 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 4).

고 찰

경수 손상 환자에서 폐렴이나 무기폐와 같은 호흡기계

합병증의 주요한 원인은 기도 내 분비물의 부적절한 제거이므로 이와 같은 호흡기계 합병증을 줄이고, 사망률을 낮추기 위해서는 효과적인 기도 내 분비물의 제거가 필수적이다.⁷⁾

정상적인 기침의 기전은 흡입기(inspiratory phase), 가압기(compressive phase), 만출기(expulsive phase)의 순서로 구성된다. 흡입기 동안에 흡기근의 작용에 의해 흡기용적을 흡입한 후 성문이 닫히면서 가압기가 시작되는데 이때 호기근의 작용에 의해서 흉곽내압과 폐와 흉곽의 탄성반동(elastic recoil)이 증가하면서 성문이 열리게 되는데 이때부터 만출기가 시작된다. 이 시기에는 공기를 강하게 배출하면서 운동 에너지를 기도 내 분비물로 전달시켜 기관지 벽으로부터 떨어지게 하며^{7,22)} 이때의 최대기침유량은 300~700 L/min에 도달한다.¹⁴⁾ 그러나 경수 손상 환자에서는 흡입근의 마비로 인해 심부 폐용량의 감소와 숨참기가 어려워 흉곽내압과 폐와 흉곽의 탄성반동의 효과적인 증가가 이루어지지 않으며,¹⁵⁾ 동반되는 호기근의 마비로 인하여 호기 시 낮은 압력 때문에 최대기침유량은 평균 240 L/min을 넘지 않아 효과적인 기침이 어려워진다.^{7,16)}

경수 손상 환자의 폐기능 평가는 폐쇄성 폐질환과 달리 흉곽 및 폐 탄성도의 감소로 인해 폐활량, 흡기용적, 그리고 기능적 잔기량(FRC, functional residual capacity)의 구성요소 중 특히 호기성 예비용적(ERV, expiratory residual volume)의 감소를 보이는 구속성 양상(restrictive pattern)을 보이는데 대개 수술 후 수주 내지 수개월 이내에 발생한다.²⁰⁾ 경수 손상으로 인해 흡기근 중 늑간근육의 마비와 경직이 발생하고, 이는 호흡시 늑골장의 움직임을 감소시켜서 늑골장의 강직을 유발하고 폐를 확장시킬 수 있는 압력(distending pressure)을 저하시켜 결국은 폐용량이 감소하게 되고 흉곽과 폐 탄성도의 감소로 호흡 시 일량(work)이 증가하게 된다.¹¹⁾

호흡기계 합병증을 방지하거나 치료하기 위한 방법으로 사용되는 체위성 배당법은 객담배출에 효과적이지만 근골격계 손상이나 구축이 있는 경우 제한사항이 있고, 흉부 타진법과 진동법은 객담배출을 위해서 사용되고 있지만 오히려 저산소증을 유발할 수 있고, 객담배출의 효능이 확실히 밝혀져 있지는 않다.^{19,17)} 설인두 호흡법은 입술, 연구개, 입, 혀, 인후두를 이용하여 공기를 폐안으로 밀어 넣는 방법으로 10~14회의 밀어 넣기를 반복한 후 수동적으로 숨을 내쉬게 된다. 이 방법은 환기능력을 증가시키고 기도와 폐를 확장시켜 흉곽내압과 폐와 흉곽의 탄성반동에 기여함으로써 객담배출을 용이하게 한다.^{8,15)} 경수 손상 환자에서는 호기성 예비용적이 감소되어 있어 폐활량은 거의 흡기용적에 근접하게 되므로 흡기근의 강화(resistive inspiratory muscle training)가 중요하다. 그 이유는 폐활량과 기능적 잔기량을 증가시켜 구속성 환기장애를 감소시키고, 호흡근의 지구력을 증가시켜 호흡일량이 증가하더라도 쉽게 피로해지지 않

도록 하기 위함이다.^{18,21)} 경수 손상 환자는 호기에 작용하는 복부근육과 늑간근육은 마비된 상태이나 제5~7경수신경이 분포하는 대흉근의 작용으로 비록 정상보다는 작지만 호기성 예비용적을 유지할 수 있게 된다. 대흉근의 강화는 기능적 잔기량에는 변화를 일으키지 않지만, 호기성 예비용적을 증가시키고 잔기량(RV, residual volume)을 감소시켜 작은 폐용량에서도 기침을 용이하게 하여 기도 내 분비물 제거를 가능하게 한다.¹²⁾ 용수흉복부압박법은 양손을 상복부에 두고 호기 시 손을 이용해서 복부를 횡격막 방향으로 밀어줌으로써 호기노력을 보조해 주는 방법으로 최대기침유량을 의미 있게 증가시킬 수 있다. 이 방법은 설인두 호흡법과 도수소생기구를 이용하여 최대주입용량까지 도달한 후 시행한다면 더욱 효과적으로 최대기침유량을 증가시킬 수 있으나 척추 측만증이나 골다공증이 심한 경우는 시행되어선 안되고 환자와 보호자의 조화가 중요하다.^{4,7)}

본 연구에서는 Mechanical In-Exsufflator (MI-E, JH Emerson Co, Cambridge, MA)를 이용한 호흡재활의 효과를 살펴 보았다. 이 제품은 1993년부터 사용되었다. 이전에는 1951년에 Barach와 Beck 등⁵⁾에 의해서 Iron lung에 -40 mmHg의 음압을 흡기 시에 가하고 호기 시에 음압을 대기압으로 전환시키는 최초의 MI-E가 탄생했고 1953년에 양압과 음압을 자동으로 정해진 시간 간격과 압력으로 적용해 주는 Cof-Flator (OEM Co., Norwalk, CT)가 개발되어 이후 40년간 사용되어 왔으나 현재는 MI-E가 널리 사용되고 있다. MI-E와 Cof-Flator의 차이점은 MI-E는 양압과 음압 사이의 시간 간격이 수동식으로 조절되어 보호자가 환자의 기침하려는 노력에 맞추어서 적용할 수 있고 용수흉복부압박법을 동시에 적용할 수 있는데 이 경우 2명의 보호자가 필요하다.^{3,15)} MI-E는 산소 마스크를 통해서 먼저 양압을 공급한 후 80 cmH₂O의 차이가 나는 음압을 교대로 2~3초간 공급함으로써 10 L/sec의 유량을 일으켜 기도 내 분비물을 제거하게 된다. MI-E 시행 시 용수흉복부압박법을 병행하면 더 큰 유량을 발생시켜 더 효과적으로 기도 내 분비물을 제거할 수 있고 기도 내 삼관이나 기관지 절개술을 시행한 경우에도 효과적이며 지금까지 보고된 합병증은 없었다.³⁾ MI-E의 유용성을 살펴보면 Bickerman 등⁶⁾은 마취된 개의 폐 안으로 방사선 비투과성 물질(radiopaque material)을 집어 넣은 후 MI-E를 6분간 적용시킨 후 방사선 비투과성 물질이 완전히 제거됨을 관찰하였고 Barach와 Beck 등⁵⁾은 호흡기 감염을 보이고 있던 103명의 기관지폐 환자와 신경근육계 질환자 중 92명에서 MI-E를 사용 후 임상과 방사선학적인 면에서 호전을 보였고 특히 신경근육계 질환자에서 더 효과적인 것으로 보고하였다. Bach 등^{1,4)}은 비침습적인 호흡기보조를 받아오던 9명의 소아마비 환자에서 MI-E 시행 중 최대기침유량, 복근 및 공기량보조 최대기침유량, 공기량보조 최대기침유량, 비보조 최대기침유량의 순서로 최대기침유량이 높음을 확인하였고, 호흡기를 사용해 온 46명의 신경근육

계 질환자에서도 같은 결과를 얻음으로써 MI-E가 다른 방법보다 높은 최대기침유량을 발생하기 때문에 더 효과적으로 기도 내 분비물을 제거할 수 있고 또한 MI-E를 1차례 시행한 후 기도 내 분비물의 제거로 인해 폐활량과 최대기침유량의 증가를 보인다고 하였다. 이러한 연구들은 MI-E를 한차례 시행한 후, 다른 기침유발 방법과 비교하여 얼마나 더 높은 최대기침유량을 발생시키는 지에 대한 연구로 MI-E를 일정기간 동안 적용시킨 후 치료효과를 비교한 연구는 없는 실정으로, 본 연구에서는 일정 기간에 MI-E를 호흡 재훈련과 병행한 후의 호흡재활치료의 효과를 호흡 재훈련만 했을 때의 효과와 비교하였다. 본 연구결과, 실험군과 대조군의 치료 전후를 비교해 보면 실험군에서만 비보조 최대기침유량이 의미 있게 증가하였고, 두 군 모두에서 폐활량의 정상기대치에 대한 비율, 최대주입용량, 공기량보조 최대기침유량, 복근보조 최대기침유량 그리고, 복근 및 공기량보조 최대기침유량이 의미 있는 증가를 보였다. 이 중 두 군 모두에서 의미 있는 증가를 보였던 호흡기능수치에 대해서 치료 후 변화율을 구하여 두 군을 비교하였는데 폐활량의 정상기대치에 대한 비율의 변화율은 두 군 간에 차이가 없었고 그 외 최대주입용량, 공기량보조 최대기침유량, 복근보조 최대기침유량 그리고, 복근 및 공기량보조 최대기침유량의 변화율은 실험군에서 의미 있게 더 큰 결과를 보였다. 결과적으로 실험군이 대조군에 비해서 모든 호흡기능 수치에 대해서 더 의미 있는 증가를 보였는데 이와 같은 이유는 실험군에서 일정기간 동안 지속된 insufflation 효과로 인해 폐와 흉곽의 운동범위, 흉곽내압, 그리고 폐의 탄성반동 등이 대조군에 비해 더욱 효과적으로 증가하게 되어, 최대주입용량이 더 의미 있게 증가하였고, 결과적으로 최대기침유량이 더 의미 있게 증가한 것으로 생각된다. Kang과 Bach 등¹⁵⁾도 최대주입용량이 증가한 경우 폐활량과 비보조 최대기침유량이 감소될지라도 복근 및 공기량보조 최대기침유량은 증가하므로 효율적인 기침을 위해서는 최대주입용량이 무엇보다도 중요함을 강조하였다. 또한 exsufflation 효과는 기도 내 분비물 제거를 용이하게 하여 일시적으로 최대기침유량을 증가시킬 수 있고 일정기간 지속되면 기도 내 분비물의 저류가 감소하므로 미세한 무기폐의 발생이 줄어들어 대조군에 비해 더 의미있는 결과가 나온 것으로 생각된다. 따라서 경수 손상 환자에 있어 MI-E를 이용한 호흡재활치료를 기존의 호흡 재훈련과 병행하는 방법은 더욱 효과적으로 최대기침유량을 증가시켜 기도 내 분비물의 제거를 용이하게 함으로써 심각한 호흡기계 합병증의 예방 및 치료에 효과가 클 것으로 생각된다.

결 론

본 연구에서는 경수 손상 환자 중 일정기간 동안 호흡 재훈련만 시행한 15명과 MI-E를 호흡 재훈련과 병행한 15명

사이의 호흡재활치료의 효과를 비교하였다. 그 결과 실험군에서 대조군에 비해 최대주입용량, 비보조 최대기침유량, 공기량보조 최대기침유량, 복근보조 최대기침유량 그리고, 복근 및 공기량보조 최대기침유량이 의미 있게 증가하였다. 따라서, MI-E를 이용한 호흡재활치료가 경수 손상 환자에 있어 호흡기계 합병증의 발병을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Bach JR: Mechanical insufflation-exsufflation. Comparison of peak expiratory flow with manually assisted and unassisted coughing techniques. *Chest* 1993; 104: 1553-1562
- 2) Bach JR: New approaches in the rehabilitation of the traumatic high level quadriplegic. *Am J Phys Med Rehabil* 1991; 70: 13-19
- 3) Bach JR: Update and perspective on noninvasive respiratory muscle aids. Part 2: The expiratory aids. *Chest* 1994; 105: 1538-1544
- 4) Bach JR, Smith WH, Michaels J, Saporito L, Alba AS, Dayal R, Pan J: Airway secretion clearance by mechanical exsufflation for post-poliomyelitis ventilator-assisted individuals. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 170-177
- 5) Barach AL, Beck GJ: Exsufflation with negative pressure: physiologic and clinical studies in poliomyelitis, bronchial asthma, pulmonary emphysema and bronchiectasis. *Arch Intern Med* 1954; 43: 549-566
- 6) Bickerman HA: Exsufflation with negative pressure: elimination of radiopaque material and foreign bodies from bronchi of anesthetized dogs. *Arch Intern Med* 1954; 93: 698-704
- 7) Braun SR, Giovannoni R, O'Connor M: Improving the cough in patients with spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil* 1984; 63: 1-10
- 8) Clough P: Glossopharyngeal breathing: its application with a traumatic quadriplegic patient. *Arch Phys Med Rehabil* 1983; 64: 384-385
- 9) DeBoeck C, Zinman R: Cough versus chest physiotherapy. A comparison of the acute effects on pulmonary function in patients with cystic fibrosis. *Am Rev Respir Dis* 1984; 129: 182-184
- 10) DeVivo MJ, Krause JS, Lammertse DP: Recent trends in mortality and causes of death among persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 1411-1419
- 11) Estenne M, DeTroyer A: The effects of tetraplegia on chest wall statics. *Am Rev Respir Dis* 1986; 134: 121-124
- 12) Estenne M, Knoop C, Vanvaerenbergh J, Heilporn A, DeTroyer A: The effect of pectoralis muscle training in tetraplegic subjects. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 1218-1222
- 13) Frankel HL, Coll JR, Charlifue SW, Whiteneck GG, Gardner BP, Jamous MA, Krishnan KR, Nuseibeh I, Savic G, Sett P: Long-term survival in spinal cord injury: a fifty year investigation. *Spinal Cord* 1998; 36: 266-274
- 14) Jaeger RJ, Turba RM, Yarkony GM, Roth EJ: Cough in spinal cord injured patients: comparison of three methods to produce cough. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 1358-1361
- 15) Kang SW, Bach JR: Maximum insufflation capacity. *Chest* 2000; 118: 61-65
- 16) Kirby NA, Barnerias MJ, Siebens AA: An evaluation of assisted cough in quadriparetic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1966; 47: 705-710
- 17) Kirilloff LH, Owens GR, Rogers RM, Mazzocco MC: Does chest physical therapy work? *Chest* 1985; 88: 436-444
- 18) Liaw MY, Lin MC, Cheng PT, Wong MK, Tang FT: Resistive inspiratory muscle training: its effectiveness in patients with acute complete cervical cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 752-756
- 19) Linn WS, Adkins RH, Gong H Jr, Waters RL: Pulmonary function in chronic spinal cord injury: a cross-sectional survey of 222 Southern California adult outpatients. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 757-763
- 20) Mansel JK, Norman JR: Respiratory complications and management of spinal cord injuries. *Chest* 1990; 97: 1446-1452
- 21) Rutchik A, Weissman AR, Almenoff PL, Spungen AM, Bauman WA, Grimm DR: Resistive inspiratory muscle training in subjects with chronic cervical spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 293-297
- 22) Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson JM: Effect of manually assisted cough and mechanical insufflation on cough flow of normal subjects, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and patients with respiratory muscle weakness. *Thorax* 2001; 56: 438-444